

EL PROTOCOLO DE KYOTO: ¿UNA OPORTUNIDAD PARA LA INDUSTRIA COLOMBIANA?

Néstor Monroy* Alejandro Aguirre**

ABSTRACT

Knowing the Kyoto Protocol is a huge opportunity for the Colombian industry to be more competitive. Although there are restrictions, in the future the CO₂ market can make a difference for many companies in the environmental, economic, social and competitiveness issues. However, there are determinant factors like prices, subsidies and legislation that influence the viability and risks of a project, according to their development. This article explores the perspectives and impacts of this market in the industry by analyzing a specific case in a beer plant.

Palabras Clave: Protocolo de Kyoto, Certificados de reducción de emisiones, (CRE), Mecanismo de desarrollo limpio, (MDL), Gases efecto invernadero, (GEI), Desarrollo sostenible, P+L.

JUSTIFICACIÓN

El problema del calentamiento del planeta originado por los gases efecto invernadero, (GEI), tendría diversas y fuertes consecuencias para el mundo en general y para Colombia en particular: se podrían ver afectados el 10% del PIB agrícola de la costa Pacífica y un 4,3% del PIB de la del Caribe por un eventual ascenso de un metro en el nivel medio del mar [1].

Adicionalmente municipios e infraestructura se verían expuestos a inundaciones, causando pérdidas humanas y económicas. Los gases efecto invernadero mas comunes son: Dióxido de carbono, (CO₂), Óxido Nitroso, (N₂O) y Metano, (CH₄). De los anteriores el más abundante es el CO₂, por lo cual es usado como la unidad de medida equivalente para los demás gases³.

Del cuadro 1 se tiene que las principales fuentes de gases efecto invernadero son:

* Profesor asociado de ingeniería industrial, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia. e-mail: nmonroy@uniandes.edu.co

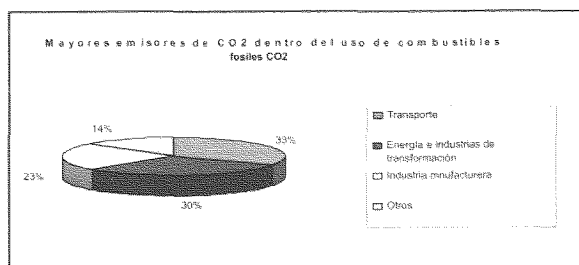
** Estudiante de ingeniería industrial, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.

3 1 tonelada de Metano = 21 toneladas de CO₂, 1 tonelada de Óxido Nitroso = 310 toneladas de CO₂

Cuadro 1 Principales fuentes de Gases Efecto Invernadero					
Fuente	Emisiones de CO ₂ equivalente aprox. (000)	%	Fuente	Emisiones de CO ₂ equivalente aprox. (000)	%
Combustibles sólidos	9.000.000	28%	CH ₄ de la minería	760.000	2%
Combustibles líquidos	8.300.000	26%	CH ₄ de la producción de gas y petróleo	920.000	4%
Combustibles gaseosos	4.200.000	13%	CH ₄ de los cultivos de arroz	1.450.000	4%
Manufactura de cemento	690.000	2%	CH ₄ del ganado	1.700.000	5%
CH ₄ de desechos sólidos	900.000	3%	Cambio en el uso de la tierra.	4.100.000	12%

Fuente: World Resources Institute.

Nótese que el uso de combustibles es la actividad que mas GEI produce, lo cual convierte al sector industrial en un gran emisor, por su uso en calderas. La gráfica1 muestra el % de emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles en las actividades de transporte, energía e industria en Colombia.



Gráfica 1. Fuente: IDEAM

El presente artículo hace parte de un proyecto que busca explorar las oportunidades para la industria colombiana dentro del Protocolo de Kyoto.

El protocolo es el primer compromiso formal para tomar acciones encaminadas a estabilizar el clima del planeta, mediante el cual, los países industrializados, (listados como países Anexo B del Protocolo) y economías en transición, asumen el compromiso de reducir en un 5.2% sus emisiones nacionales anuales de GEI, respecto a los niveles emitidos en 1990. Dichas reducciones deben concentrarse para el

periodo de compromiso comprendido entre 2008-2012. El Protocolo de Kyoto no establece ningún compromiso de reducción de emisiones para los países en vías de desarrollo, conocidos como países no-Anexo B en la nomenclatura del Protocolo [2]. Para lograr las reducciones el protocolo establece tres mecanismos: Comercio de emisiones, Implementación conjunta, Mecanismo de desarrollo limpio.

MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL):

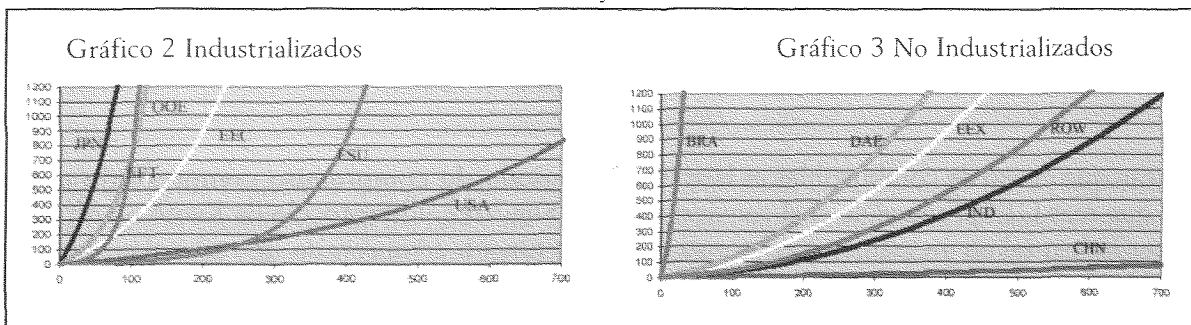
De los tres mecanismos, es el que concierne a países como Colombia, ya que es el único que permite la participación de los países en vía de desarrollo diferentes a los países con economías en transición, (Ex- unión Soviética.). Consiste en facilitar a los países industrializados el cumplimiento de sus compromisos y simultáneamente ayudar a los países no anexo B a lograr un desarrollo sostenible, aprovechando que el efecto de reducir una tonelada de CO₂ es el mismo en cualquier parte del mundo, pero su costo es menor en países no anexo B que en países anexo B, (Ver gráficas 2 y 3). Este mecanismo permite que los grandes emisores de los países anexo B inviertan sus recursos en países en vía de desarrollo, a través de la compra de CRE, Certificados de Reducción de Emisiones. Para un proyecto ser catalogado como MDL debe cumplir el requisito de adicionalidad que

básicamente consiste en:

- A. Que las emisiones de GEI en el proyecto sean inferiores a las emisiones que habría en ausencia del proyecto.
- B. Que el proyecto no resulte costo-efectivo (viable económicamente) en ausencia de los certificados de reducción de emisiones, ni se deba hacer por cumplir con requisitos de legislación.

De las gráficas 2 y 3, se observa la diferencia en los costos de reducir una tonelada de CO₂ en países desarrollados y en vía de desarrollo. En la Unión Europea reducir 200 toneladas de CO₂ cuesta USD 900 mientras en la India la misma cantidad de emisiones cuesta USD 100.

Costos marginales de reducir una tonelada de CO₂ (Países Industrializados⁴ y no industrializados⁵)



Tonelada de CO₂

Fuente: Polidano, 2000

Fuente: Ellermann et al, 1998.

MERCADO.

Para entender el volumen del mercado, su oferta y demanda, se presenta a continuación en el cuadro 2 los volúmenes que tendrían que reducir algunos países.

País	Reducción en casa (MTC) ⁶	Compra(MtC)	Venta (MtC)
USA	667	1426	
CEE	268	858	
Antigua Unión Soviética	370		774
China	1606		1606
Resto del mundo	326		326
Totales (Para todos los países, incluidos los que no están en la tabla)	4408	3425	3425

Cuadro 2. Mercado de reducción de emisiones anual durante el período de cumplimiento (2008-2012)

Fuente: Ellerman et al (1998a)

⁴ JPN= Japón, EET=Europa oriental, OOE=Organización para la cooperación económica y el desarrollo. EEC=Union Europea, FSU= Países de la Ex-Unión Soviética

⁵ DAE= Economías Asiáticas Dinámicas, EEX= Países exportadores de energía en vía de desarrollo., IND= India, CHN= China, ROW= Resto del mundo.

⁶ Millones de toneladas de CO₂ equivalente.

De la tabla 2 se observa que quienes serán los principales protagonistas de este mercado serán: USA, y la CEE por el lado de los demandantes. China y la Antigua Unión Soviética por el lado de los oferentes.

Este mercado esta sujeto a varias variables:

- Los compromisos son voluntarios y no hay como obligar a su cumplimiento.
- La ratificación de Rusia y el manejo de su "aire caliente"⁷.
- La ratificación de USA es muy importante pues tiene alrededor del 40% de la demanda. EU considera que el protocolo tiene una estructura demasiado política y poco económica, por lo que considera va en contravía de sus intereses. Cumplir con el protocolo le costaría entre un 2%-4% de su PIB anual

[3]. Se piensa que USA quiere establecer un mercado paralelo [4].

- La forma en que se va a reglamentar el cumplimiento de las cuotas en los países industrializados. En Holanda por ejemplo el 50% de las reducciones se deben realizar a nivel doméstico y el 50% restante comprado en el exterior, reduciendo la demanda de CRE.

Los rangos de escenarios de precios que se estiman se van a dar para el período de cumplimiento están sujetos a la evolución de las variables mencionadas anteriormente y se presentan a continuación, en el cuadro 3. Cabe anotar que en la actualidad se está negociando la tonelada de CO₂ equivalente alrededor de los USD 4.

Escenario	Bajo	Medio	Alto
Precio (USD/TCO ₂)	7-18	11-32	16-34

Cuadro 3. estimaciones de los precios para el período de cumplimiento.

Fuente: Grutter consulting.

A pesar de que el protocolo aun no ha sido ratificado en el Japón, la empresa Tokio Power and Light está invirtiendo en proyectos forestales en el Asia para compensar las emisiones de CO₂ que emiten por su quema de carbón. En Londres la empresa Aurthur Andersen consolidó un fondo de inversión para proyectos de reducción de emisiones y el comercio interna-

cional de derechos de emisión. En Australia se estableció el Sydney Carbon Trading Exchange para transar CRE. El Banco Mundial tiene listos 400 millones de dólares para financiar proyectos de esta índole en países en vía de desarrollo a través de tres fondos especiales. Empresas como la multinacional Nestle han decidido implementar este tipo de proyectos en su sucursal de Chile (Ver cuadro 4):

Cuadro 4 Datos proyecto NESTLE en Chile			
Empresa	NESTLE	\$ operación con carbón (USD)	980,000
Tipo de proyecto	Sustitución de combustibles (Carbón a gas natural)	\$ operación con gas natural (USD)	1,100,000
Duración	21 años	\$ Conversión (USD)	550,000
Ubicación del proyecto	Planta Graneros en Chile	Toneladas reducidas	350,000
Productos fabricados en la planta	Alimentos para bebe	Precio venta tonelada (USD)	4
VPN (USD)	-1,100,000		

Fuente: cdm.unfccc.int/methodologies/process

Cuadro 4. Datos proyecto NESTLE en Chile

Rusia y los países con economías en transición negociaron cantidades asignadas de emisión relativamente altas. Después del colapso económico de estos países las emisiones actuales están por debajo de las cantidades asignadas, sin haber realizado ningún proyecto de reducción de emisiones. Por lo anterior, dichos países disponen de grandes volúmenes de Unidades de Cantidades Asignadas que podrán vender a otros países Anexo I sin ningún esfuerzo por reducir emisiones. Algunos expertos critican este hecho, indicando que el aire caliente generará una distorsión del mercado que se reflejará en una disminución del precio de los certificados que no corresponde al verdadero costo marginal de reducción.

Claramente se ve que el proyecto no resulta rentable desde el punto de vista económico para NESTLE lo que lleva a preguntarse ¿Porqué lo hizo?

Básicamente por razones de imagen y de competitividad ya que para vender productos para bebés debe mostrarse como una empresa que se preocupa por el medio ambiente, pues los compradores de estos productos son sensibles a este aspecto.

OPORTUNIDADES PARA COLOMBIA.

Colombia esta en condiciones de reducir **22.9 millones** de toneladas de CO₂ anualmente y en condiciones óptimas estas representarían **USD**

435 millones [5], lo que colocaría la exportación de CO₂ a niveles similares que los del banana (USD 535) y las flores (USD 505).

Los sectores con mayor potencial para el desarrollo del MDL en Colombia son el Energético, forestal, transporte e industrial. Dentro del sector productivo son muchas las industrias que podrían aplicar el MDL, básicamente las que manejen altos volúmenes de combustibles fósiles diferentes al gas natural, y/o tecnologías muy viejas cuyo mejoramiento implique un volumen significativo en reducciones de GEI. Ya hay varios proyectos que se han iniciado en el país, especialmente a nivel forestal y energético; a continuación, en el cuadro 5, se presenta el de energía eólica de EPM:

Empresa	EPM (Parque eólico Jeripachi)	Precio venta tonelada (USD)	4
Tipo de proyecto	Energía renovable	Comprador de la mitad de las toneladas	Banco mundial
Duración	21 años	Ingreso por concepto de ventas al Banco Mundial	2.340.000
Ubicación del proyecto	Colombia, Guajira	Otros ingresos	Venta de energía y la otra mitad de las toneladas reducidas
Inversión inicial (USD)	20.000.000		
Toneladas reducidas	1.170.000		

Cuadro 5. Datos proyecto JERIPACHI en Colombia

EPM realizó este proyecto con el fin de posicionarse como una entidad líder en este tema. Adicionalmente es importante notar como el componente MDL es una buena fuente de financiación.

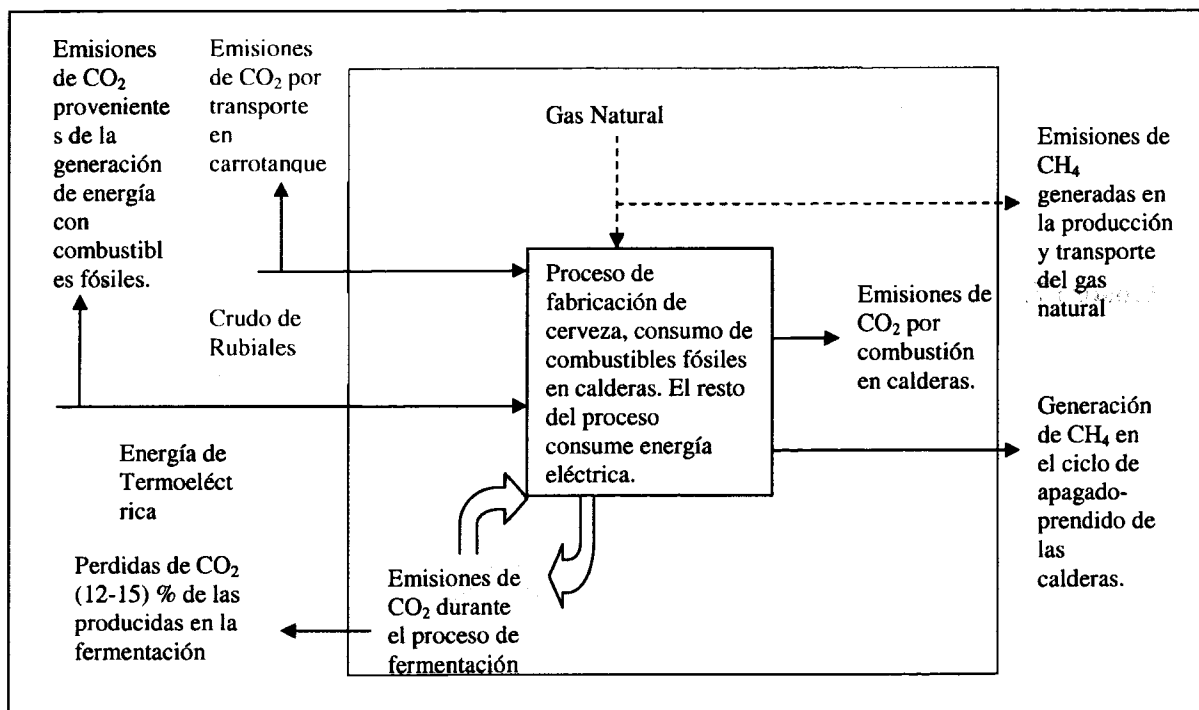
EVACUACIÓN DE UN CASO EN EL SECTOR INDUSTRIAL.

Con el fin de evaluar las posibilidades del MDL en el sector industrial, y simultáneamente tener una referencia básica como guía, que incluya los factores determinantes para su realización, a continuación se presenta el análisis de lo que sería un proyecto de sustitución de combustibles dentro de una planta cervecera. Para los propósitos de la evaluación, según lo muestra la gráfica 5, los límites del proyecto

comprenden la ubicación física de la planta y dentro del proceso de producción, solo se consideran las emisiones de CO₂ generadas en las calderas, ya que son las más significativas. No se consideran algunos procesos de menor impacto, ni los efectos de la producción de los combustibles y su transporte. (ver gráfica 4)

EL PROYECTO

La idea es sustituir el combustible con el que actualmente operan las 8 calderas de la planta, crudo de rubiales, por gas natural; reduciendo **412,776 toneladas** de CO₂ durante toda su duración. Con rubiales se emiten 0,0194 toneladas de CO₂ por hectolitro de cerveza mientras que con gas natural 0,01121 toneladas de



Gráfica 4. Límites del estudio

CO₂ por hectolitro de cerveza⁸. El proyecto se supuso iniciaría el 1 de enero del 2004 y durará 7 años.

La cervecería opera a su máxima capacidad, que es de 7, 200,000 de HL de cerveza anuales.

El cuadro 6 muestra que los costos por concepto de uso de combustible por MBTU se incrementarían en un 37% al sustituir por gas natural. Adicionalmente se requieren inversiones de conversión y de transacción y aprobación del proyecto como lo muestra el cuadro 7.

Variable	Rubiales	GN
Consumo en mega BTU por Mes	60000	60000
Costos MBTU (USD)	\$ 3,91	\$ 5,36
Costos de MBTU totales mensuales (USD)	\$ 234.583	\$ 321.392

Cuadro 6. Comparativo por unidad de energía (MBTU)

Por otro lado el gas natural implica una serie de ahorros dentro de la operación de la planta como lo es en mantenimiento y manejo de residuos sólidos entre otros. Estos ahorros han sido calculados en USD 392,000 para los siete años del proyecto.

Del cuadro 7 se ve que los ingresos totales son un 25% de los egresos, y que dentro de los egresos el rubro que más pesa, 90% de los egresos, es el incremento en el costo del combustible. (ver cuadro 7)

⁸ Para este cálculo se utilizaron datos del convenio IDEAM -UIS [6].

<i>Egresos</i>		<i>Ingresos</i>	
Transacción y Aprobación	\$ 250.000	Ahorros operación	\$ 392.220
Conversión	\$ 172.279	Venta CRE	\$ 1.651.104
Incremento precio combustible	\$ 7.291.909		
Total	\$ 7.714.188		\$ 2.043.324

Cuadro 7. Comparativo de Costos (7años)

Se calculo un VPN para el proyecto de \$-2.045.613,92 a precios actuales.

Es claro que en la actualidad hacer un proyecto MDL no es rentable, entonces surge la pregunta, ¿Porque se esta evaluando esta posibilidad?

Hay varios motivos:

- La legislación ambiental colombiana es cada día más fuerte, por lo que en cualquier momento muchas industrias podrían verse obligadas a migrar a gas natural. El MDL podría ser una fuente de financiación para el proyecto de sustitución de combustibles en aquellas industrias que estimen que en un mediano-largo plazo deberán cumplir con ciertas restricciones ambientales ya que el MDL es solo válido mientras el proyecto no se haga por cumplir con requisitos legales como se mencionó anteriormente.
- Competitividad e imagen: A la cervecería le conviene mostrarse como una empresa que se preocupa por el medioambiente y este hecho lo confirma el trabajo que ha venido haciendo con el manejo de aguas; este tipo de proyectos complementarían este trabajo.
- Funcionabilidad: El migrar a gas natural le implicaría a la cervecería reducir los costos de mantenimiento e inventario de combustible.
- Salud ocupacional: Calidad del aire para los empleados y la comunidad aledaña.
- Confiabilidad de suministro.
- Un motivo muy importante a evaluar, es la posible variación que tiende a tener el precio del CRE en los próximos años, lo cual incidiría en la rentabilidad de un proyecto de sustitución de combustibles en la industria como lo indica el gráfico 5.

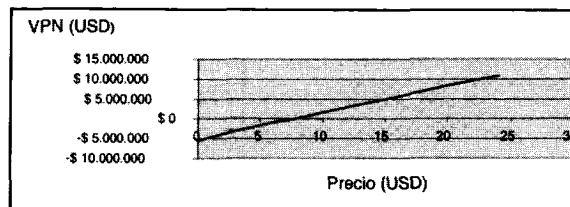


Gráfico 5. Sensibilidad al precio de CRE

La comunidad Económica Europea estima que para el 2008 van a comprar CRE a 13 Euros, lo cual indica que un mediano plazo este tipo de proyectos serían rentables, ya que como muestra la gráfica 5, el precio de equilibrio del proyecto es USD 7.

- Otro factor clave para resaltar, es que el precio del gas natural esta sujeto al precio internacional del petróleo y en cualquier momento pueden haber acontecimientos como guerras o descubrimientos de nuevos yacimientos que cambien el precio de este combustible, ya sea incrementándolo o disminuyéndolo. También puede pasar todo lo contrario, y es que empiece a escasear el crudo de rubiales, lo que pondría al gas natural en una posición más competitiva frente a este; de hecho si el gas natural solo fuera un 16,5% más costoso que el crudo de rubiales, (Hoy es un 37% mas costoso), el proyecto encontraría el equilibrio como lo muestra el gráfico 6.

Como en estos combustibles hay diferentes subsidios tanto en la producción como en el transporte y el consumo, y dichos subsidios están influenciados por factores sociales, macroeconómicos y políticos, es vital el monitoreo de estos factores.

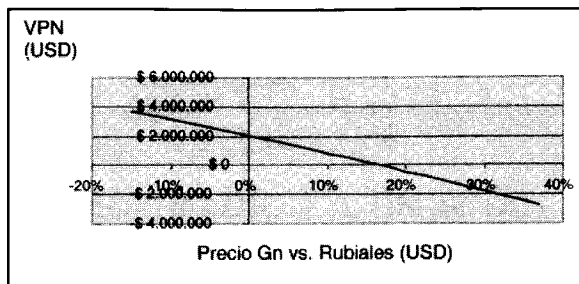


Gráfico 6. Sensibilidad a cambios en el precio del GN

CONCLUSIONES

- El tema ambiental es un tema que cada día cobra mas fuerza entre los consumidores y por tanto sobre el gobierno. Por lo que las industrias que primero lo exploten tendrán una ventaja competitiva. Adicionalmente el MDL brinda las herramientas para conseguir esto a costos muy inferiores e incluso generando ganancias, según el comportamiento que tengan los precios en el futuro.
- Las empresas que utilicen el MDL antes que los requisitos ambientales exijan la sustitución, perdiéndose el reconocimiento de la adicionalidad de las reducciones, obtendrán una fuente adicional de financiación, reducirán su riesgo operacional y ganaran eficiencia.
- Independientemente de si el Protocolo de Kyoto es ratificado o no, la existencia futura de un mercado de CO₂ es casi segura por las marcadas tendencias que hay en los países desarrollados de reducir su nivel de contaminación.
- El caso se analizó bajo parámetros económicos, ambientales, sociales y operativos, y se encontró que para la cervecería analizada, el factor económico resultó ser el mas importante, pues mientras cumpla con la regulación ambiental y no se afecte su imagen ante la comunidad y los clientes, no tiene la necesidad de hacer la sustitución de combustibles, ya que esta le implicaría incrementar en un 2% el precio de su producto final, y su consumidor es muy sensible a este aspecto. No obstante si los precios del CRE suben, a la cervecería le podría interesar, ya que el

proyecto le significaría beneficios económicos y de imagen adicionales.

- Es importante resaltar que el análisis es altamente sensible a cambios en factores con alta volatilidad en su comportamiento, (precios, legislación y otros), lo cual implica un alto riesgo en la toma de decisiones y exige un monitoreo permanente de dichos factores y un modelo para evaluar sus impactos. Por ejemplo ante los nuevos hallazgos de carbón que podrían bajar su precio, y ante el desarrollo de tecnologías “mas limpias” para la combustión del carbón en las calderas, el balance global, se puede inclinar decisivamente a favor de su uso, desplazando el gas natural.
- Para este caso la comunidad aledaña al proyecto se vería beneficiada ya que tendrían acceso a la red de gas natural y fuera de eso respirarían un aire mas limpio.
- El artículo solo analiza los aspectos operativos del mecanismo sin profundizar en los aspectos de negociación, comprobaciones, etc, que exigen un fuerte apoyo externo (gobierno, gremios) para poderlos culminar exitosamente.
- El estudio del cual hace parte este artículo es un primer paso que busca evaluar las posibilidades que brinda el MDL a la industria nacional y para ello se basa en el análisis de un sector en donde el componente económico es el más importante. No obstante para poder tener una perspectiva mas clara y detallada sobre lo que sería el MDL en la industria nacional sería muy importante analizar otros sectores de la industria con diferentes estructuras de costo y/o sensibilidad ante el tema ambiental, ello permitiría tener un marco teórico de referencia mas amplio e incluso, complementar con una guía de estudio de prefactibilidad para diferentes sectores.

REFERENCIAS

- [1] Primera comunicación ante la Convención Marco de las Naciones unidas sobre Cambio Climático. IDEAM. Bogotá. 2002

- [2] JEAN ACQUATELLA, Racionalidad económica de los mecanismos de flexibilidad en el marco del Protocolo de Kyoto, CEPAL, Diciembre 2000.
- [3] United States: *Policy On The Kyoto Protocol*, Marzo 2001.
- [4] *Desarrollo de la demanda y de los precios*, CAEMA, Boletín número 3, Marzo 2003.
- [5] Estudio de estrategia nacional para la implementación del MDL en Colombia, Abril 2000.
- [6] *Sistema de información para la evaluación ambiental de sectores productivos*, Convenio IDEAM-UIS.